



18 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 197 28 800 C 1  
I D S

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
A 61 M 1/00  
F 04 B 49/00  
G 01 L 15/00  
// A 61 M 1/14

21 Aktenzeichen: 197 28 800.6-35  
22 Anmeldetag: 5. 7. 97  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 18. 2. 99

Einspruchfrist bis:  
18. MAI 1999

DE 197 28 800 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

Fresenius Medical Care Deutschland GmbH, 61350  
Bad Homburg, DE

74 Vertreter:

Luderschmidt, Schüler & Partner GbR, 65189  
Wiesbaden

72 Erfinder:

Evering, Hans-Gerd, 61279 Grävenwiesbach, DE;  
Scheunert, Peter, 57290 Neunkirchen, DE; Regh,  
Michael, 63843 Niedernberg, DE; Steinbach, Bernd,  
Dr., 61169 Friedberg, DE

55 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

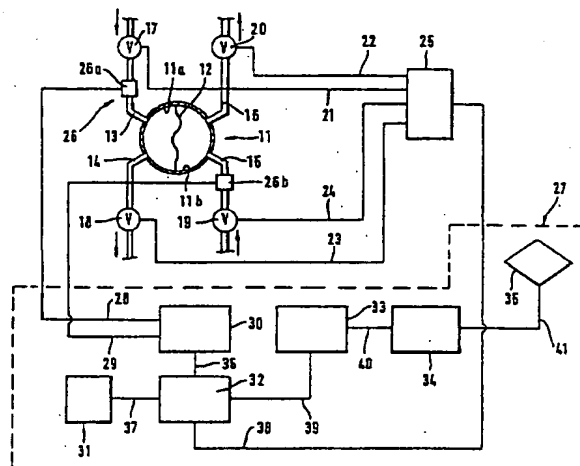
DE 39 18 142 C2  
DE 28 58 205 C2  
DE 28 38 414 C2  
DE 37 20 664 A1  
DE 33 28 744 A1  
DE 26 34 238 A1

Dr. Jessen ✓  
Dr. Flaig ✓  
H. N. Weber ✓

3. März 1999

64 Vorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten für eine medizinische Behandlungsvorrichtung und Verfahren zur Überwachung der vollständigen Füllung bzw. Entleerung einer von einer beweglichen Trennwand in zwei Teilkammern unterteilten Kammer

57 Eine Vorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten für medizinische Behandlungsvorrichtungen weist eine Förderkammer (11) auf, die von einer flexiblen Membran (12) in zwei Förderkammerhälften (11a,b) unterteilt ist. In den Zufluß- und Abflußleitungen (13-16) der ersten und zweiten Förderkammerhälfte angeordnete Sperrorgane (17-20) werden von einer Steuereinheit (25) in aufeinanderfolgenden Bilanzierzyklen derart geschaltet, daß die beiden Förderkammerhälften wechselweise befüllt bzw. entleert werden. Zur Detektion des Zeitpunktes, zu dem die flexible Membran an der Wandung der Förderkammer anschlägt, ist eine Überwachungseinheit vorgesehen. Beim Anschlagen der flexiblen Membran an die Wandung der Förderkammer (11) tritt infolge des abrupten Abbremsens der in die Kammer strömenden Flüssigkeit ein kurzzeitiger Druckimpuls in der Kammer und damit auch in der Zuflußleitung auf. Zur Erkennung des Druckimpulses ist eine den Druck in der Zuflußleitung erfassende Druckmeßeinrichtung (26) vorgesehen, deren Ausgangssignale in einer Rechen- und Auswerteinheit (27) ausgewertet werden. In einer bevorzugten Ausführungsform werden die Füllzeiten der Förderkammer aufeinanderfolgender Zyklen miteinander verglichen, so daß auf eine vollständige bzw. unvollständige Füllung bzw. Entleerung der Förderkammern geschlossen werden kann.



DE 197 28 800 C 1

Ch  
s  
D  
a

Zur Entfernung von harnpflichtigen Substanzen und zum Flüssigkeitsentzug werden beim akuten und chronischen Nierenversagen verschiedene Verfahren zur apparativen Blutreinigung bzw. Blutbehandlung eingesetzt. Bei der Hämodialyse (HD) überwiegt der diffuse Stofftransport, während bei der Hämofiltration (HF) ein konvektiver Stofftransport über die Membran vorliegt. Eine Kombination aus beiden Verfahren ist die Hämodiafiltration (HDF). Bei der Peritonealdialyse (PD) wird das Peritoneum als Kontaktmembran ausgenutzt.

Wegen der großen Austauschmengen besteht bei den genannten Verfahren die Notwendigkeit einer exakten Bilanzierung der dem Patienten entzogenen Flüssigkeit und der dem Patienten zugeführten Flüssigkeit über die gesamte Behandlungszeit. Zum Stand der Technik gehören gravimetrische und volumetrische Bilanziervorrichtungen.

Eine Hämodiafiltrationsvorrichtung mit volumetrischer Bilanzierung ist beispielsweise aus der DE 26 34 238 A1 bekannt. Die Bilanziervorrichtung der bekannten Hämodiafiltrationsvorrichtung weist einen volumenstarrten Hohlkörper auf, der durch eine bewegliche Trennwand in zwei Kammern unterteilt ist. Jede Kammer weist einen Einlaß und einen Auslaß auf, an denen Zuführ- und Abführleitungen für frische bzw. verbrauchte Dialysierflüssigkeit angeordnet sind, wobei in jede Leitung ein Absperrorgan geschaltet ist. Darüber hinaus sind Pumpen für die Förderung der frischen und verbrauchten Dialysierflüssigkeit sowie eine Steuereinheit vorgesehen, die ein wechselseitiges Befüllen der beiden Kammern erlaubt. In der Zufußleitung der ersten und zweiten Kammer ist jeweils eine Druckmeßeinrichtung angeordnet, die den Druck in der Leitung überwacht. Wenn eine Kammer gefüllt ist, erfolgt ein Druckanstieg, der die entsprechende Pumpe abschaltet.

Die DE 33 28 744 A1 schlägt vor, die Leistungsaufnahme der Förderpumpe zu überwachen. Die Pumpe wird abgeschaltet, wenn deren Leistungsaufnahme am Ende des Füllvorgangs ansteigt.

Die US-A-4,431,425 beschreibt eine Vorrichtung zur Lagerkennung der beweglichen Trennwand einer Bilanziervorrichtung mit einem optischen Detektor, der außerhalb der Bilanzierkammer angeordnet ist. Die bekannte Vorrichtung ist insofern nachteilig, als das Gehäuse der Bilanzierkammer aus transparentem Material bestehen muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten für medizinische Behandlungsvorrichtungen zu schaffen, die eine zuverlässige und störunanfällige Erkennung der Endlage der beweglichen Trennwand erlaubt, ohne daß an dem Gehäuse besondere Vorkehrungen zu treffen sind. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt darin, ein Verfahren zur Überwachung der vollständigen Füllung bzw. Entleerung einer von einer beweglichen Trennwand in zwei Teilkammern unterteilten Förderkammer zu geben.

Die Lösung der Aufgabe erfolgt erfindungsgemäß mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. 8.

Zur Erkennung des Zeitpunktes, zu dem die bewegliche Trennwand an der Wandung der Förderkammer anschlägt, wird der Druck in der jeweiligen Zufuß- oder Abflußleitung überwacht. Beim Anschlagen der Trennwand an die Wandung der Förderkammer tritt infolge des abrupten Abbremsens der in die Kammer strömenden Flüssigkeit ein kurzzeitiger Druckimpuls in der Kammer und damit auch in den Leitungen auf.

Zur Erkennung des Druckimpulses ist eine den Druck in der jeweiligen Zufuß- oder Abflußleitung erfassende, vorzugsweise nicht invasiv arbeitende Druckmeßeinrichtung

vorgesehen, die in Abhängigkeit von dem Druck in der Leitung ein Ausgangssignal erzeugt, das von einer Auswert- und Recheneinheit empfangen wird. Die Auswert- und Recheneinheit ist derart ausgebildet, daß Druckimpulse in dem Ausgangssignal detektierbar sind. Aus Gründen der Kontamination sollte die Druckmeßeinrichtung keinen Kontakt zur Flüssigkeit haben.

Von Vorteil ist, daß die Überwachungseinheit zur Erkennung der Endlage der beweglichen Trennwand nicht innerhalb der Förderkammer angeordnet ist. An Gehäuse der Förderkammer brauchen daher besondere Vorkehrungen nicht getroffen zu werden. Dadurch ergibt sich ein einfacher und unkritischer Aufbau.

Die Förderkammer kann vorteilhafterweise als Bilanzier- vorrichtung Verwendung finden, wenn die Zeitdauer zwischen einem Referenzzeitpunkt und dem Zeitpunkt, erfaßt wird, zu dem die Membran ihre Endlage erreicht hat, d. h. ein Druckimpuls in dem Ausgangssignal der Druckmeßeinrichtung pro Zeiteinheit detektiert wurde. Durch Vergleich der ermittelten Zeitdauer mit einer Referenzzeitdauer kann darauf geschlossen werden, ob die Bilanzierkammer in einem vorhergehenden Bilanzierzyklus vollständig gefüllt bzw. nur unvollständig entleert wurde. Bei einer Abweichung der ermittelten Zeitdauer von der Referenzzeitdauer kann beispielsweise ein Alarm gegeben werden. Die Druckmeßeinrichtung ist vorzugsweise eine den Druckimpuls in der ersten und/oder zweiten Zuführleitung erfassende Meßeinrichtung. Der Druckimpuls kann aber auch in der ersten und/oder zweiten Abflußleitung erfaßt werden.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird die Füllzeit der Bilanzierkammer ermittelt und mit der Füllzeit in einem vorhergehenden Bilanzierzyklus verglichen. Unter der Voraussetzung, daß die jeweilige Bilanzierteilkammer in einem vorhergehenden Bilanzierzyklus vollständig entleert wurde, muß die Füllzeit der Bilanzierteilkammer in dem nachfolgenden Bilanzierzyklus gleich der Füllzeit der Teilkammer in dem vorhergehenden Zyklus sein. Bei einer Abweichung der Füllzeit kann darauf geschlossen werden, daß die Bilanzierkammer in dem vorhergehenden Bilanzierzyklus nur unvollständig entleert wurde. Zur Ermittlung der Füllzeit wird die Zeitdauer zwischen dem Zeitpunkt, zu dem die Steuereinheit das in der ersten bzw. zweiten Zuführleitung angeordnete Sperrorgan öffnet, und dem Zeitpunkt erfaßt, zu dem ein Druckimpuls in dem Ausgangssignal der Druckmeßeinrichtung detektiert wird.

Die Ermittlung der Füllzeit in den einzelnen Bilanziertakten erfolgt vorzugsweise mittels eines Zählers, der zum Öffnungszeitpunkt des Sperrorgans gestartet und bei der Detektion eines Druckimpulses gestoppt und anschließend zurückgesetzt wird. Ein Speicher speichert den Zahlstand des Zählers. In einer Vergleichseinrichtung werden die gespeicherten Zählstände aufeinanderfolgender Bilanzierzyklen verglichen. Zur Signalverarbeitung können aber auch analoge Schaltkreise vorgesehen sein. Zum einen kann damit die vollständige Füllung ermittelt werden, zum anderen ergibt die Anzahl der Fülltakte die Förderrate.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung sind die erste und/oder zweite Zufußleitung als flexible Schlauchleitungen ausgebildet, wobei die Druckmeßeinrichtung der ersten und/oder zweiten Schlauchleitung zugeordnete Drucksensoren zur Erfassung des von der Flüssigkeit auf die Schlauchleitungen ausgeübten Drucks aufweist. Vorzugsweise verfügt die Druckmeßeinrichtung über Klemmelemente, zwischen denen die erste und/oder zweite Zufußleitung klemmend fixiert sind, wobei der jeweilige Drucksensor zwischen einem der Klemmelemente und der Wandung der Schlauchleitung angeordnet ist. Ein Eingriff in das Schlauchleitungssystem ist somit nicht erforderlich. Um einen Druckimpuls mög-

lichst großer Amplitude dektieren zu können, sollte der Drucksensor unmittelbar am Einlaß der Bilanzierkammer angeordnet sein.

Die Vorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten kann eine oder auch mehrere Förderkammern aufweisen. Bei einer Fördervorrichtung mit zwei parallel geschalteten Förderkammern, die im Gegentakt arbeiten, kann die Endlage der beweglichen Trennwand der einen und der anderen Kammer überwacht werden. Wenn sichergestellt ist, daß die Kammern vollständig gefüllt und entleert werden, kann aus der Anzahl der Förderzyklen und dem bekannten Volumen der Kammern das geförderte Gesamtvolumen mit großer Genauigkeit bestimmt werden.

Werden zwei Flüssigkeiten gegeneinander gefördert, kann mit hoher Genauigkeit bilanziert werden, beispielsweise Ultrafiltrat gegen Substitut.

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein vereinfachtes Prinzipschema des Dialysierflüssigkeitskreislaufs einer Hämodialysevorrichtung mit volumetrischer Flüssigkeitsbilanzierung,

Fig. 2 ein vereinfachtes Prinzipschema eines bevorzugten Ausführungsbeispiels der volumetrischen Bilanzierungsvorrichtung,

Fig. 3 eine vereinfachte Prinzipskizze der Druckmeßeinrichtung zur Überwachung des Drucks in der Zuflußleitung.

Fig. 1 zeigt den Dialysierflüssigkeitskreislauf 1 einer bekannten Hämodialysevorrichtung mit volumetrischer Bilanzierung in stark vereinfachter Darstellung. Die volumetrische Bilanzierungsvorrichtung 2 umfaßt zwei miteinander gekoppelte Kammern 2a, 2b, von denen die erste der Zuflußleitung 3 für die frische Dialysierflüssigkeit und die zweite der Abflußleitung 4 für die verbrauchte Dialysierflüssigkeit zugeordnet sind. Die Bilanzierungsvorrichtung 2 bewirkt, daß die Menge der durch den Dialysator 5 fließenden frischen Dialysierflüssigkeit genau mit der Menge der verbrauchten Dialysierflüssigkeit übereinstimmt, die über die Leitung 4 von dem Dialysator abfließt. Unter diesen Bedingungen kann eine Volumenverschiebung zwischen der Blutseite 6 und der Dialysatseite 7 der semipermeablen Membran 8 des Dialysators 5 nicht stattfinden.

Der zwischen der Bilanzierungsvorrichtung 2 und dem Dialysator 5 eingeschlossene Teil des Flüssigkeitskreislaufes verhält sich wie ein geschlossenes, volumenkonstantes System. Um aus diesem System Flüssigkeit abzuheben, ist eine Entnahmeverrichtung 9 vorgesehen, die an einen Ablauf 10 angeschlossen ist. Die mittels der Entnahmeverrichtung 9 dem System entzogene Flüssigkeitsmenge wird aufgrund der volumetrischen Flüssigkeitsbilanzierung durch eine gleich große Flüssigkeitsmenge ersetzt, die von der Blutseite 6 zur Dialysatseite 7 der Membran 8 übergeht (Ultrafiltration).

Fig. 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform der volumetrischen Bilanzierungsvorrichtung in stark vereinfachter Darstellung. Die Bilanzierungsvorrichtung weist als Bilanzierkammer 11 einen volumenstarrten Hohlkörper auf, der durch eine bewegliche Trennwand 12 in Form einer flexiblen Membran in eine erste und eine zweite Bilanzierteilkammer 11a, 11b unterteilt ist. Der Einlaß der ersten Bilanzierteilkammer 11a ist mit einer ersten Zuflußleitung 13 und deren Auslaß mit einer ersten Abflußleitung 14 verbunden, während an den Einlaß der zweiten Bilanzierteilkammer 11b eine zweite Zuflußleitung 15 und an deren Auslaß eine zweite Abflußleitung 16 angeschlossen ist. In die Zufluß- und Abflußleitungen 13-16 sind jeweils ein elektromagnetisch betätigbares Sperrorgan 17-20 geschaltet, die über Steuerleitungen 21-24 mit einer Steuereinheit 25 verbunden sind. Es können aber auch mechanisch betätigbare Sperrorgane vorgesehen

sein, die von einer Nockenwelle gesteuert werden. Die Steuereinheit 25 steuert die Absperrorgane wie folgt an.

In einem ersten Bilanziertakt sind die in der ersten Zuflußleitung 13 und der zweiten Abflußleitung 16 angeordneten Sperrorgane 17, 20 geöffnet, während die Sperrorgane 18, 19 in der ersten Abflußleitung 14 und der zweiten Zuflußleitung 15 geschlossen sind, so daß über die erste Zuflußleitung frische Dialysierflüssigkeit in die erste Teilkammer 11a unter Verdrängung verbrauchter Flüssigkeit über die zweite Abflußleitung aus der zweiten Teilkammer 11b strömt. Daraufhin werden die Sperrorgane wechselseitig umgeschaltet, wobei die Sperrorgane 19, 18 in der zweiten Zuflußleitung 15 und der ersten Abflußleitung 14 nunmehr geöffnet und die Sperrorgane 20, 17 in der zweiten Abflußleitung 16 und der ersten Zuflußleitung 13 geschlossen sind. Daraufhin wird die zweite Bilanzierteilkammer 11b über die zweite Zuflußleitung 15 mit verbrauchter Dialysierflüssigkeit unter Verdrängung von frischer Dialysierflüssigkeit über die erste Abflußleitung 14 aus der ersten Teilkammer 11a befüllt. An den zweiten Bilanziertakt schließt sich dann ein neuer Bilanzierzyklus mit den beiden oben beschriebenen Bilanziertakten an.

Zur Erkennung einer unvollständigen Füllung bzw. Entleerung der beiden Bilanzierteilkammern 11a, 11b ist eine Überwachungseinheit vorgesehen, die eine außerhalb der Bilanzierkammer angeordnete Druckmeßeinrichtung 26 und eine Auswert- und Recheneinheit 27 umfaßt.

Die Druckmeßeinrichtung besteht aus zwei Druckmeßeinheiten 26a, 26b, von denen die eine den Druck in der ersten Zuflußleitung 13 und die andere den Druck in der zweiten Zuflußleitung 15 jeweils in der Nähe des Einlasses der beiden Bilanzierteilkammern 11a, 11b erfaßt.

Die Druckmeßeinheiten sind über Verbindungsleitungen 28, 29 mit einem Schwellwertgeber 30 der Auswert- und Recheneinheit 27 verbunden, der die dem Druck in der Leitung proportionalen Ausgangssignale zur Erkennung von Druckimpulsen mit einem Schwellwert vergleicht. Ein derartiger Druckimpuls tritt immer dann auf, wenn die flexible Membran 12 der Bilanzierkammer 11 nach der vollständigen Füllung der jeweiligen Teilkammer an die Wandung des Gebäudes der Bilanzierkammer anschlägt.

Die Auswert- und Recheneinheit 27 umfaßt darüber hinaus einen Taktgeber 31, einen Zähler 32, einen Speicher 33, eine Vergleichseinrichtung 34 und einen Alarmgeber 35. Der Zähler 32 ist über Datenleitungen 36-39 mit dem Taktgeber 31, dem Schwellwertgeber 30, der Steuereinheit 25 und dem Speicher 33 verbunden.

Wenn die Steuereinheit 25 das Sperrorgan 17 in der ersten Zuflußleitung 13 öffnet, wird der Zähler 32 gestartet, der die Taktimpulse des Taktgebers 31 zählt. Die erste Bilanzierteilkammer 11a wird nun befüllt, während sich die zweite Bilanzierteilkammer 11b entleert. Sobald der erste Druckimpuls von dem Schwellwertgeber 30 detektiert wird, hat die flexible Membran 12 nach der vollständigen Füllung der ersten Teilkammer ihre Endlage erreicht. Zu diesem Zeitpunkt wird der Zähler 32 gestoppt, der Zählstand wird in dem Speicher 33 gespeichert, und der Zähler wird wieder zurückgesetzt. Damit ist die Füllzeit der ersten Bilanzierteilkammer 11a in dem Bilanzierzyklus bestimmt.

Im nachfolgenden Bilanzierzyklus wird der Zähler 32 wieder zum Öffnungszeitpunkt des Sperrorgans 17 gestartet und bei der Detektion eines Druckimpulses gestoppt, wobei der Zählstand wieder in dem Speicher 33 abgelegt wird.

Der Speicher 33 ist über eine Datenleitung 40 mit einer Vergleichseinrichtung 34 verbunden, die die gespeicherten Zählstände, d. h. die Füllzeiten der ersten Bilanzierteilkammer 11a aufeinanderfolgender Bilanzierkammerzyklen miteinander vergleicht. Unter der Voraussetzung, daß die erste

Teilkammer 11a in aufeinanderfolgenden Bilanzierzyklen vollständig befüllt bzw. entleert wurde, sind die Füllzeiten identisch. Für den Fall jedoch, daß die Füllzeiten aufeinanderfolgender Bilanzierzyklen voneinander abweichen, gibt die Vergleichseinrichtung 34 ein Alarmsignal über die Datenleitung 41 an den Alarmgeber 35, der einen Alarm auslöst.

Die Füllzeiten der zweiten Bilanzierteilkammer 11b aufeinanderfolgender Zyklen werden mittels der zweiten Druckmeßeinheit 26b, die in der zweiten Zuflußleitung 15 angeordnet ist, entsprechend überwacht.

Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch eine der Druckmeßeinheiten 26a, 26b der Druckmeßeinrichtung 26. Die Druckmeßeinheit weist ein Klemmelement 42 mit einer rechteckförmigen Ausnehmung 43 auf, in der die Schlauchleitung 13 bzw. 15 leicht klemmend zwischen einer unteren und einer oberen Klemmfläche 44, 45 fixiert ist. Das Klemmelement 42 kann aber auch aus zwei Teilen bestehen. Zwischen der oberen Klemmfläche 45 und der Wandung der Schlauchleitung 13 bzw. 15 ist ein Drucksensor 46 angeordnet, der ein dem Druck in der Schlauchleitung proportionales Ausgangssignal liefert, das der Schwellwertgeber 30 der Auswert- und Recheneinheit 27 empfangt.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Fördern von Flüssigkeiten für medizinische Behandlungsvorrichtungen mit mindestens einer Förderkammer (11), die von einer beweglichen Trennwand (12) in eine erste und eine zweite Teilkammer (11a, b) unterteilt ist, wobei die erste Teilkammer (11a) eine erste Zuflußleitung (13) und eine erste Abflußleitung (14) und die zweite Teilkammer (11b) mindestens eine zweite Zuflußleitung (15) und mindestens eine zweite Abflußleitung (16) aufweist, in den Zufluß- und Abflußleitungen der ersten und zweiten Teilkammer angeordneten Sperrorganen (17-20), Mittel zum Schalten der Sperrorgane (17-20) in aufeinanderfolgenden Zyklen derart, daß in einem ersten Takt bei geöffneter erster Zuflußleitung (13) und unterbrochener zweiter Zuflußleitung (15) die erste Abflußleitung (14) unterbrochen und die zweite Abflußleitung (16) geöffnet und in einem zweiten Takt bei unterbrochener erster Zuflußleitung (13) und geöffneter zweiter Zuflußleitung (15) die erste Abflußleitung (14) geöffnet und die zweite Abflußleitung (16) unterbrochen ist, einer Steuereinheit (25) zur Betätigung der Sperrorgane (17-20) und einer Überwachungseinheit (26, 27) zur Detektion des Zeitpunktes, zu dem die Trennwand (12) an der Wandung der Förderkammer (11) anliegt, wobei die Überwachungseinheit eine den Druck in der ersten Zufluß- oder Abflußleitung (13, 14) und/oder der zweiten Zufluß- oder Abflußleitung (15, 16) erfassende Druckmeßeinrichtung (26) aufweist, die in Abhängigkeit von dem Druck in der Leitung ein Ausgangssignal erzeugt, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungseinheit (26, 27) eine das Ausgangssignal empfangende Auswert- und Recheneinheit (27) aufweist, die derart ausgebildet ist, daß zur Erkennung der Endlage der Trennwand (12) der Bilanzierkammer (11) Druckimpulse pro Zeiteinheit in dem Ausgangssignal detektierbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswert- und Recheneinheit (27) derart ausgebildet ist, daß die Zeitdauer zwischen einem Referenzzeitpunkt und dem Zeitpunkt ermittelbar ist,

zu dem ein Druckimpuls in dem Ausgangssignal der Druckmeßeinrichtung (26) detektiert wird und daß die ermittelte Zeitdauer mit einer Referenzzeitdauer vergleichbar ist, wobei bei einer Abweichung auf eine unvollständige Füllung bzw. Entleerung der Förderkammer (11) geschlossen wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Referenzzeitpunkt der Zeitpunkt ist, zu dem die Steuereinheit (25) das in der ersten bzw. zweiten Zuflußleitung (13, 15) angeordnete Sperrorgan (17, 19) öffnet.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Referenzzeitdauer die Zeitdauer zwischen dem Zeitpunkt, zu dem das in der ersten bzw. zweiten Zuflußleitung (13, 15) angeordnete Sperrorgan (17, 19) in einem vorhergehenden Bilanzierzyklus geöffnet wurde, und dem Zeitpunkt ist, zu dem der Druckimpuls in einem vorhergehenden Bilanzierzyklus detektiert wurde.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswert- und Recheneinheit (27) einen Taktgeber (31) und einen die Taktimpulse des Taktgebers zählenden Zähler (32) aufweist, der zu dem Zeitpunkt des Öffnens des in der ersten bzw. zweiten Zuflußleitung (13, 15) angeordneten Sperrorgan (17, 19) gestartet und bei der Detektion eines Druckimpulses gestoppt und anschließend zurückgesetzt wird und daß die Auswert- und Recheneinheit (27) eine den Zählstand des Zählers (32) in jedem Bilanzierzyklus speichernden Speicher (33) und eine Vergleichseinrichtung (34) zum Vergleichen der Zählstände aufeinanderfolgender Bilanzierzyklen aufweist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und/oder zweite Zuflußleitung (13, 15) flexible Schlauchleitungen sind, und daß die Druckmeßeinrichtung (26) der ersten und/oder zweiten Zuflußleitung zugeordnete Druckmeßeinheiten (26a, 26b) aufweist, mit denen der von der Flüssigkeit auf die Wandung der Schlauchleitungen ausgeübte Druck meßbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckmeßeinheit (26a bzw. 26b) ein die Schlauchleitung (13, 15) klemmend fixierendes Klemmelement aufweist, wobei zwischen dem Klemmelement (42) und der Wandung der Schlauchleitung ein Drucksensor (46) angeordnet ist.

8. Verfahren zur Überwachung der vollständigen Füllung bzw. Entleerung einer Förderkammer, die von einer beweglichen Trennwand in eine erste und eine zweite Teilkammer unterteilt ist, wobei die erste Teilkammer eine erste Zuflußleitung und eine erste Abflußleitung und die zweite Teilkammer mindestens eine zweite Zuflußleitung und mindestens eine zweite Abflußleitung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß Druckimpulse in der ersten Zufluß- oder Abflußleitung und/oder der zweiten Zufluß- oder Abflußleitung detektiert werden und daß die Zeitdauer zwischen einem Referenzzeitpunkt und dem Zeitpunkt ermittelt wird, zu dem ein Druckimpuls detektiert wird und die ermittelte Zeitdauer mit einer Referenzzeitdauer verglichen wird, wobei bei einer Abweichung auf eine unvollständige Füllung bzw. Entleerung der Förderkammer geschlossen wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

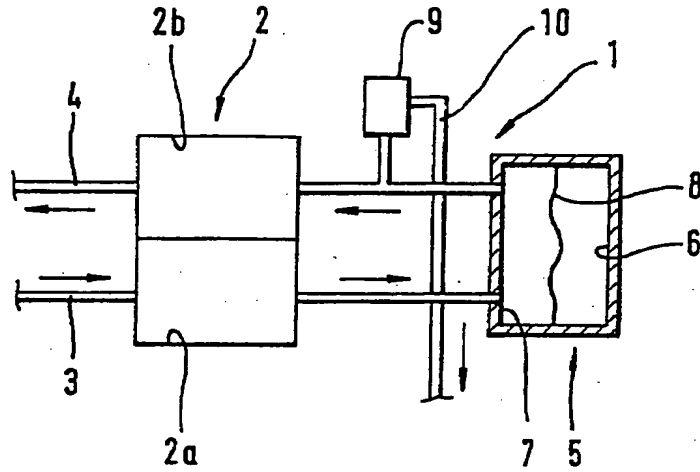


Fig. 3

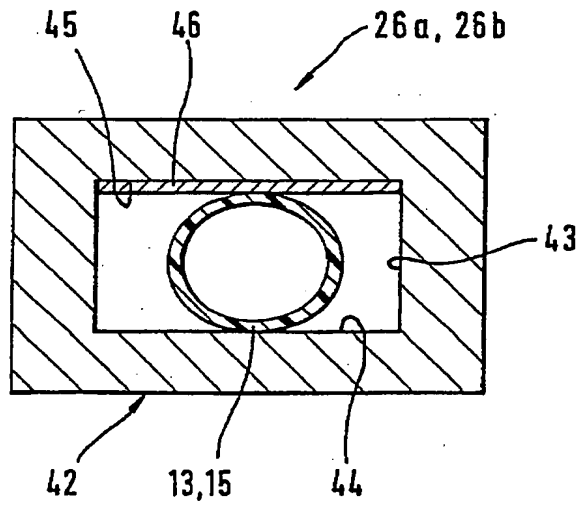


Fig. 2

